

# **INTERVENCIÓN PARA PREVENIR LA LESIÓN DEL SINDROME DE LA BANDA ILIOTIBIAL EN LOS ATLETAS DE FONDO EN ATLETISMO**

---

Ivan Valdanzo Ruano

DIRECTOR: Roger Font Ribas

Trabajo de fin de grado

Curso 2023-24

TECNOCAMPUS Mataró

10-05-2024

Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

## INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE .....	1
INTRODUCCIÓN .....	3
JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	8
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	9
HIPOTESIS .....	9
OBJETIVOS GENERALES .....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
METODOLOGÍA.....	10
DISEÑO DEL ESTUDIO .....	10
POBLACION Y MUESTRA .....	10
GRUPOS DE ESTUDIO.....	11
VARIABLES DE RESULTADO.....	11
RECOGIDA DE DATOS. ....	14
DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	14
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	21
CRONOGRAMA.....	22
PRESUPUESTO. ....	23
LIMITACIONES Y PROSPECTIVA.....	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
ANEXOS .....	29
ANEXO 1: CUESTIONARIO SOCIODEMOGRÁFICO EN ATLETAS.....	29
ANEXO 2: IKDC.....	30
ANEXO 3: TABLA RECOGIDA DE DATOS .....	32
ANEXO 4: HOJA DE INFORMACIÓN A LOS PARTICIPANTES.....	33
ANEXO 5: CONSENTIMIENTO INFORMADO. ....	35
ANEXO 6: PÁGINAS WEB DEL PRESUPUESTO.....	37

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Frecuencia de lesiones, zonas lesionadas y gravedad de la lesión en pruebas de larga distancia de atletismo (Edouard et al., 2020).....	4
Figura 2: Anatomía cintilla ilitibial (Hutchinson et al., 2022) .....	5
Figura 3: Factores de riesgo del Síndrome de la banda Iliotibial.....	7
Figura 4. Test de Ober (Wang et al., 2006). .....	12
Figura 5. Test fuerza isométrica músculos aductores de cadera (Nielsen et al., 2022).....	12
Figura 6. Salto CMJ (Delgado et al., 2011).....	13
Figura 7: Ejercicio Jumping Jack. ....	15
Figura 8: Ejercicio Skipping alto.....	16
Figura 9: Ejercicio Mountain Climbers.....	16
Figura 10: Ejercicio Lunge.....	17
Figura 11: Ejercicio Copenhagen Adduction. ....	17
Figura 12: Ejercicio Sentadilla búlgara.....	18
Figura 13: Ejercicio de plancha lateral con abducción de cadera.....	18
Figura 14: Ejercicio Puente de glúteo unilateral.....	19
Figura 15: Ejercicio Estiramiento Abductores de cadera.....	19
Figura 16: Ejercicio Estiramiento de la banda iliotibial. ....	20

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de Inclusión y Exclusión.....	10
Tabla 2. Variables de resultado.....	13
Tabla 3. Propuesta de intervención.....	20
Tabla 4. Cronograma del proyecto. ....	22
Tabla 5. Presupuesto del material del proyecto.....	23

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

### CASTELLANO:

El atletismo es un deporte muy completo en el que existen una gran variedad de disciplinas y pruebas. Dentro de este deporte encontramos las pruebas de fondo o larga distancia en las que los atletas requieren una gran capacidad aeróbica y tienen unas características y unas demandas diferentes al resto de atletas, por ello realizan largas sesiones de entrenamiento en las que acumulan una gran cantidad de minutos y kilómetros.

Uno de los mayores impedimentos que puede sufrir un atleta es una lesión que le limite en el entrenamiento o incluso le aparte de la competición. En esta disciplina las lesiones son bastante frecuentes debido a la alta carga de entrenamiento y se suelen expresar mayormente en lesiones musculares y en la región de la rodilla.

Una de las lesiones más frecuentes que encontramos es la lesión del síndrome de la banda iliotibial o conocida comúnmente como rodilla del corredor. Esta lesión consiste en un dolor lateral en la rodilla debido principalmente a la inflamación de la banda iliotibial producida por sobreuso o estrés.

Este trabajo final de grado, basado en un ensayo clínico aleatorizado, tiene como objetivo crear una intervención para prevenir las lesiones de la banda iliotibial en los atletas de fondo, y así poder ayudar a que estos puedan mantener su estado de forma y su rendimiento competitivo a lo largo de la temporada. Durante un período de tres meses, los atletas incorporarán una rutina de ejercicios de 15 minutos a sus sesiones de entrenamiento, centrándose en fortalecer la musculatura del tronco inferior y mejorar el rango de movimiento para prevenir los factores de riesgo asociados con esta lesión.

Se llevará a cabo una evaluación de ciertas variables antes y después del estudio para demostrar la efectividad de esta intervención en la prevención de lesiones. Este estudio busca llenar el vacío de conocimiento y evidencia actual sobre la prevención de lesiones de la banda iliotibial en atletas de fondo, destacando la importancia de este tipo de prevención en el mantenimiento del rendimiento y la salud de los deportistas.

**Palabras clave:** Lesión, larga distancia, banda iliotibial, sobreuso, proyecto de investigación.

## **ENGLISH:**

Athletics is a very comprehensive sport with a wide variety of disciplines and events. Within this sport, we find long-distance or endurance events in which athletes require a high aerobic capacity and have characteristics and demands different from other athletes. Therefore, they undergo long training sessions accumulating a significant number of minutes and kilometers.

One of the major impediments an athlete may face is an injury that limits them in training or even sidelines them from competition. In this discipline, injuries are quite frequent due to the high training load and are mostly expressed as muscular injuries and knee region issues.

One of the most common injuries we encounter is iliotibial band syndrome, commonly known as runner's knee. This injury consists of lateral knee pain mainly due to inflammation of the iliotibial band caused by overuse or stress.

This study, based on a randomized clinical trial, aims to create an intervention to prevent iliotibial band injuries in endurance athletes, thus helping them maintain their fitness and competitive performance throughout the season. Over a period of three months, athletes will incorporate a 15-minute exercise routine into their training sessions, focusing on strengthening the musculature of the lower trunk and improving the range of motion to prevent risk factors associated with this injury.

An evaluation of variables will be conducted before and after the study to demonstrate the effectiveness of this intervention in injury prevention. This study aims to fill the current knowledge and evidence gap regarding the prevention of iliotibial band injuries in endurance athletes, highlighting the importance of this type of prevention in maintaining the performance and health of athletes.

**Keywords:** Injury, long distance, iliotibial band, overuse, research project.

## INTRODUCCIÓN

Los deportes individuales son deportes que requieren de un gran estado de forma física, un alto rendimiento y un mantenimiento del pico de desarrollo físico de los atletas. Ruiz (2012) indica que los deportes individuales son aquellos en los que el participante se encuentra solo en el espacio y afronta una situación motriz, superándose a sí mismo, a una marca, a una distancia o a una puntuación.

Entre los deportes individuales más habituales encontramos el atletismo como uno de los más destacados donde se trabajan las habilidades básicas y elementales del funcionamiento del cuerpo humano y se valoran capacidades básicas como velocidad, resistencia o fuerza (Céspedes et al., 2023). Dentro de este deporte, existen especialidades variadas como vallas, saltos, lanzamientos, carreras, marcha o combinadas. En cada modalidad hay diversos tipos de pruebas o distancias. Las carreras son muy diversas y encontramos disciplinas de velocidad (100, 200 y 400 metros), medio fondo (800 y 1.500 metros), fondo (5.000 y 10.000 metros), gran fondo (media maratón y maratón) y relevos (4x100 metros y 4x400 metros). Contemplar el atletismo como un solo deporte es un error ya que este es una suma de especialidades que culturalmente se han agrupado bajo este nombre común (Rius, 2005).

Según Melin et al. (2019), las pruebas de larga distancia en atletismo requieren de una alta capacidad aeróbica, economía de movimientos y eficacia energética. Es por ello que los atletas suelen tener un físico delgado, un bajo peso corporal y una musculatura concentrada mayormente en la parte inferior del cuerpo. Los entrenamientos se caracterizan por un alto volumen de carga que provoca un alto estrés corporal. El conjunto hace que los atletas de fondo tengan unas características y unas demandas diferentes al resto de atletas y específicas para su modalidad. Ruiz-Juan et al. (2016) informan de que los atletas de fondo suelen realizar sesiones de más de 78 minutos de entrenamiento y realizan más de 51 kilómetros repartidos en más de 4 entrenamientos por semana.

Uno de los grandes impedimentos que puede sufrir un atleta para conseguir sus objetivos competitivos dentro del atletismo son las lesiones. Según un estudio de Soidán y Giráldez (2003), más del 70% de los atletas suelen lesionarse más de una vez por temporada en lesiones que persisten, al menos, una semana.

En las pruebas de larga distancia predominan las lesiones por sobre entrenamiento siendo el músculo el tejido más afectado, seguido del tendón y el hueso. Mendiola et al. (1986) informan que las lesiones presentadas en atletas de fondo son poco incapacitantes, y las zonas corporales más comunes de lesión son rodilla, pie y pierna, en ese orden. La mayoría de las lesiones duran

entre 1 y 3 semanas (Valenzuela y Gómez-Mármol, 2016) y, si nos referimos a la zona corporal que sufre más lesiones, está es la rodilla (Van Gent et al., 2007).

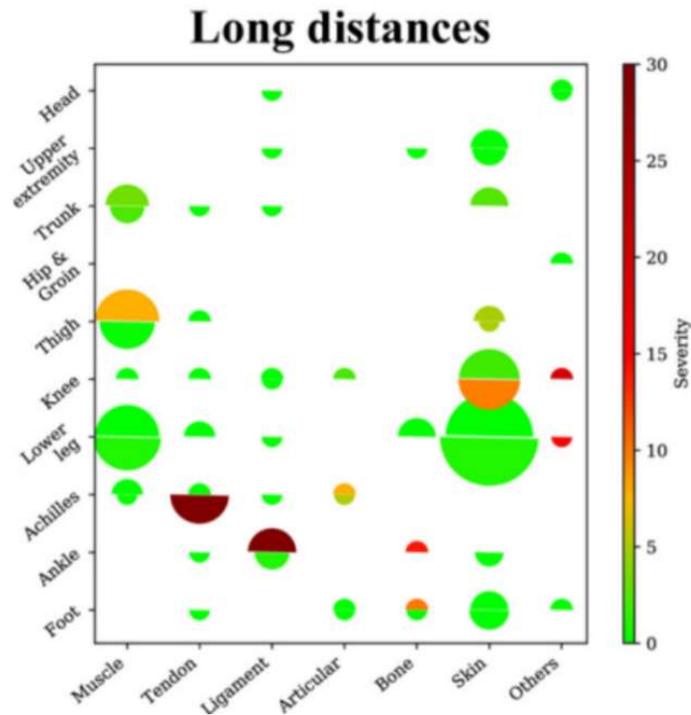


Figura 1: Frecuencia de lesiones, zonas lesionadas y gravedad de la lesión en pruebas de larga distancia de atletismo (Edouard et al., 2020).

Como indican Nicola y Jewison (2012), la rodilla es la articulación más involucrada e importante durante la carrera ya que:

- Absorbe grandes fuerzas de impacto continuas de hasta 3 veces el peso del propio cuerpo en ciertas fases de la carrera
- Controla la estabilidad del cuerpo
- Transfiere las fuerzas entre el pie y la cadera.

Todas estas funciones hacen que su papel sea fundamental para una buena técnica de carrera y un buen estado de forma ya que la rodilla coordina una gran cantidad de músculos que transfieren en la articulación.

Según un estudio de Vélchez Conesa (2010), dentro de la extremidad inferior, las lesiones más comunes en atletas de fondo son las producidas por sobrecargas de entrenamiento como tendinitis del tendón de Aquiles o el síndrome de la banda iliotibial. También son muy habituales las fascitis plantar o tendinitis rotuliana. En cuanto a lesiones musculares la más frecuente es la rotura de fibras del isquiosural o las contracturas. También encontramos un 11% de lesiones ligamentosas entre la que destaca el esguince de tobillo o un 7% de lesiones óseas como la

periostitis tibial o las fracturas por estrés. Por último, encontramos un 1% de lesiones por traumatismos y un 3% de lesiones cartilaginosas.

Como se ha mencionado, de las lesiones que se pueden sufrir en las pruebas de fondo, una de las más habituales es el síndrome iliotibial o la lesión, conocida comúnmente, como rodilla del corredor. Esta lesión se caracteriza por un dolor lateral de rodilla asociado con actividades de movimientos repetitivos (Novelo, 2017). Se han propuesto varias etiologías para el síndrome de la banda iliotibial, por ejemplo: la fricción de la banda iliotibial contra el epicóndilo femoral lateral, la compresión de la grasa y el tejido conectivo profundo a la banda iliotibial y la inflamación crónica de la bolsa de la banda iliotibial (Strauss et al., 2011). Esto nos puede indicar que esta es una lesión producida por estrés y sobreuso y, aunque no suele imposibilitar a los corredores de fondo durante largos periodos de tiempo, sí que se produce de forma repetitiva ya que la prevalencia de esta lesión en atletas de larga distancia es entre un 5% y un 14% (Hutchinson et al., 2022).

A nivel anatómico, la banda iliotibial es la continuación de la fascia distal del musculo tensor de la fascia lata, el glúteo medio y el glúteo mayor, que pasa superficialmente por el vasto lateral y se inserta en el tubérculo de Gerdy. La banda iliotibial funciona como un extensor de rodilla cuando la rodilla tiene menos de 30 grados de flexión, pero se convierte en flexor de rodilla después de exceder los 30 grados de flexión y su función principal consiste en estabilizar la rodilla durante la marcha en el plano frontal mayormente (Hadeed y Tapscott, 2023).

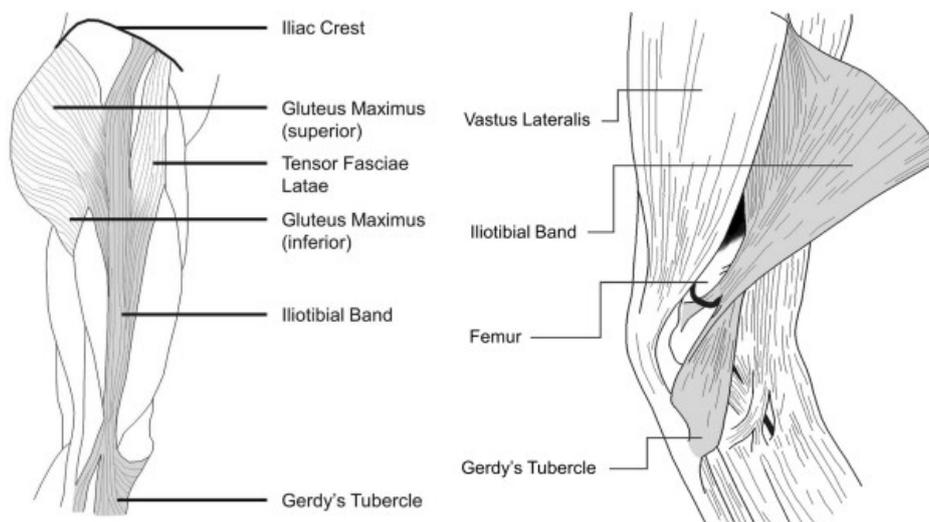


Figura 2: Anatomía cintilla ilitibial (Hutchinson et al., 2022)

McKay et al. (2020) nos informan que en el tratamiento de esta patología se incluyen métodos no quirúrgicos como descanso, fortalecimiento muscular, medicamentos antiinflamatorios (AINE), modificación de la actividad y fisioterapia o cirugía en casos más extremos. A su vez,

también nos destacan la importancia de una fase de retorno progresiva en los entrenamientos ya que, si no se hace con un aumento gradual, el dolor puede volver o mantenerse. El origen de esta lesión es multifactorial y en cuanto a los factores de riesgo se clasifican en modificables y no modificables como todas las lesiones. Los factores de riesgo más destacables para sufrir esta patología son (Elz y Villamandos, 2023; Fredericson y Weir, 2006):

- La flexión y extensión prolongada y repetitiva de la rodilla provocando un roce entre el epicóndilo lateral y la cintilla iliotibial debido a que el movimiento repetitivo y el sobreentrenamiento es la principal causa de lesión y produce fricción, dolor e inflamación.
- La debilidad significativa de los músculos aductores de cadera del miembro afectado produciendo un aumento de aducción de cadera en la fase de apoyo de la carrera y una mayor tensión en la banda iliotibial.
- La superficie de entrenamiento ya que las superficies inclinadas o las escaleras producen mayor impacto en la banda iliotibial.
- El calzado ya que un calzado gastado o inadecuado aumenta la probabilidad de sufrir esta lesión.
- No realizar un calentamiento adecuado previo a la actividad deportiva. Un calentamiento excesivo puede producir mucha sobrecarga y omitir el calentamiento genera un estímulo sin previa irrigación de la musculatura aumentando el riesgo de sufrir patologías.
- Mala técnica de carrera durante el entrenamiento. Las alteraciones biomecánicas o las compensaciones musculares por malas posturas pueden aumentar el riesgo de sufrir esta lesión.
- Asimetrías en la longitud de los miembros inferiores. Debido a que esto puede influir o modificar las presiones articulares, la postura, la técnica de carrera o el desgaste muscular.
- Pies cóncavos, antepié o talones varos. Esta afectación produce un aumento de supinación y hace que aumenten las fuerzas soportadas por la articulación y modifica la postura de la carrera lo que puede suponer una mayor probabilidad de lesión.
- Cóndilo femoral lateral prominente aumenta el roce con la banda iliotibial y produce mayor contacto.
- Banda iliotibial corta o tensa produce inestabilidad, aumenta el roce y hay mayor predisposición a la aparición de síntomas.

- Debilidad muscular de cuádriceps, isquiosurales, glúteo medio y tensor de la fascia lata producen inestabilidad de la rodilla y debilidades musculares que pueden afectar al control muscular, la postura o la contracción muscular
- Índice de masa corporal (IMC). Las personas con un IMC elevado (sobrepeso u obesidad) tienen mayor riesgo de lesión debido al mayor peso y estrés que sufre su cuerpo y sus articulaciones.
- Edad. Debido a los cambios producidos en el organismo por el envejecimiento y el aumento de la debilidad muscular o fragilidad.



Figura 3: Factores de riesgo del Síndrome de la banda Iliotibial.

El objetivo de este trabajo de final de grado es crear una intervención para prevenir las lesiones de la banda iliotibial en los atletas de fondo, y así poder ayudar a que estos puedan mantener su estado de forma y su rendimiento competitivo a lo largo de la temporada.

## JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La importancia de realizar esta propuesta de intervención se basa principalmente en la falta de intervenciones sobre la prevención de lesiones en el atletismo y, más concretamente, en las modalidades de larga distancia. Los fondistas son los grandes olvidados de este deporte ya que sus pruebas son menos seguidas, generan menos ingresos y sus lesiones son menos incapacitantes para los atletas. Es por ello que encontramos mucha menos literatura sobre estas disciplinas, sobre sus lesiones y sobre su recuperación o prevención.

Puede que estas lesiones sean normalmente lesiones que apartan a los atletas de las competiciones durante cortos periodos de tiempo, pero no debemos olvidar que la frecuencia en la que se producen lesiones en los atletas de fondo es muy alta debido a la alta carga de entrenamientos, la repetición de movimientos y la cantidad de horas y kilómetros que acumulan. Por este motivo, la prevención cobra un papel importante y los nuevos estudios o avances deben ir centrados a prevenir las lesiones por exceso de uso aprovechando las herramientas de las que disponemos (Alonso et al., 2012). Realizando una búsqueda en la bibliografía existente vemos que la mayoría de procedimientos están dirigidos a la recuperación de lesiones, pero pocos tratan sobre la prevención.

Además, si nos centramos en una de las lesiones mayoritarias de esta disciplina, vemos que no solo se destaca la falta de información y de estudios sobre el síndrome iliotibial, sino que los procedimientos existentes carecen de un consenso común, y la mayoría de los estudios, como por ejemplo el de Martín y González (2001), hablan de la falta de procedimientos claros. Los estudios concluyen en la falta de investigación en el síndrome de la banda iliotibial, la baja calidad de los estudios, la falta de hallazgos y la poca claridad en los resultados para una lesión compleja y que tiene un origen multifactorial (van Poppel et al., 2021; Van Der Worp et al., 2012).

Con este Trabajo Final de Grado pretendemos no solo establecer una propuesta de prevención de esta lesión sino dejar clara la importancia de prevenir la lesión, de conocer la lesión y su mecanismo lesional y de ampliar conocimientos sobre la lesión conocida como “rodilla de corredor” pero realmente desconocida por la sociedad y, muchas veces, por los propios atletas.

Los atletas de fondo normalizan este dolor de la rodilla, desconocen la lesión o no prestan la atención ni el tiempo necesario para tratarla o prevenirla. Por ello, establecer un plan de entrenamiento óptimo y eficiente para prevenir la lesión basado en una rutina de ejercicios o métodos preventivos es una gran mejora para los atletas que buscan ese pico de forma mantenido en el tiempo y que las lesiones no influyan su rendimiento o su práctica deportiva.

## **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **HIPOTESIS**

Un plan de trabajo y entrenamiento basado en la prevención del síndrome de la banda iliotibial para atletas de la modalidad de fondo reduce la incidencia lesiva sobre los atletas que pueden padecer esta lesión o recaídas en personas recuperadas de la lesión.

### **OBJETIVOS GENERALES**

1. Realizar un plan de entrenamiento de 3 meses basado en la prevención del síndrome de la cintilla iliotibial para atletas de la modalidad de fondo para reducir su incidencia lesiva.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Aumentar la movilidad y flexibilidad de la articulación de la rodilla y la banda iliotibial.
2. Mejorar los niveles de fuerza de los músculos aductores de cadera y extremidades inferiores, en especial los músculos cuádriceps, isquiosurales, glúteo medio y tensor de la fascia lata.
3. Concienciar a los atletas que, con un correcto trabajo de fuerza, de mejora del rango de movimiento y de prevención de los factores de riesgo se puede disminuir o eliminar esta lesión.

## METODOLOGÍA

### DISEÑO DEL ESTUDIO

El estudio consistirá en realizar dos grupos aleatorios de sujetos. Un grupo realizará la intervención para prevenir el síndrome de la banda iliotibial en sus entrenamientos (Grupo Experimental) y el otro grupo seguirá su entrenamiento de forma normal (Grupo Control). Anterior y posterior al estudio realizaremos una serie de tests donde mediremos valores de fuerza y rango de movimiento de los participantes para estudiar y analizar los efectos de la intervención, las diferencias de desarrollo y la aparición o no de la lesión que se pretende prevenir (pre-post test).

Se tratará de un estudio analítico experimental ya que se realizará una intervención en la que se pretende establecer una relación causa-efecto. El estudio será longitudinal y prospectivo ya que hay una secuencia temporal y el inicio es anterior a los hechos estudiados.

El siguiente estudio se trata de un ensayo clínico aleatorio en paralelo ya que existe un grupo control recurrente, se realiza una asignación de grupos aleatoria, hay un grupo estudio que realiza la intervención y con un seguimiento, se analizaran y estudiaran los efectos de manera posterior.

### POBLACION Y MUESTRA

Nuestra población diana se centrará en atletas de fondo que se encuentren en activo y con licencia federativa. Las personas de estudio que sean incluidas deberán cumplir los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1).

La forma de reclutar los voluntarios será a través de un muestreo no probabilístico consecutivo simple para poder disponer del mayor número de personas que cumplan los criterios de inclusión.

**Tabla 1.** Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Atletas de fondo con licencia federativa.	Lesión banda iliotibial en el último mes.
Edad entre 18 y 50 años.	Patologías o deficiencias diagnosticadas
Mas de 3 horas entrenamiento semanales.	Practicar otro deporte simultáneamente
Ausencia de lesión o dolor.	Licencia federativa posterior a 1 año de antigüedad

La muestra se basará en las personas de la población diana que cumplan con los criterios de selección y estén accesibles para el investigador. Se buscará un tamaño muestral adecuado para tener una mayor validez calculando el error tipo I ( $p$  entre 0,05 y 0,01) y el error tipo II (potencia estadística entre 0,8 y 0,95) teniendo en cuenta la posibilidad de pérdida de voluntarios.

### **GRUPOS DE ESTUDIO**

Nos pondremos en contacto con la Real Federación Española de Atletismo (RFEA) para publicitarnos y ponernos en contacto con los diferentes clubs y así poder conseguir atletas con licencia federativa de los grupos de fondo con variedad de sexos, niveles, edades y experiencia.

Una vez tengamos los voluntarios reclutados y se compruebe que cumplen los criterios de inclusión y exclusión estos serán clasificados de forma aleatoria en dos grupos con el programa Sortea2 (<https://www.sortea2.com/sortear/equipos>). El grupo control simplemente se someterá a las pruebas y cuestionarios de una forma inicial y pasados tres meses y habiendo seguido su rutina de entrenamiento de forma habitual volverá a ser sometido a las pruebas y cuestionarios para observar el desarrollo y la evolución con sus entrenamientos.

El grupo estudio realizará las mismas pruebas y cuestionarios que el grupo control de una forma inicial y posteriormente se someterá a una intervención de 3 meses basada en un trabajo de prevención del síndrome de la banda iliotibial. Pasado este tiempo y habiendo cumplido con sus entrenamientos y con la intervención, se volverán a someter a las mismas pruebas y cuestionarios para ver también su mejora y desarrollo.

### **VARIABLES DE RESULTADO**

Las variables que se estudiarán y se analizarán irán en base a los objetivos de la propuesta de prevención y son las siguientes:

- Cuestionario Sociodemográfico en atletas (Anexo 1): Este es un cuestionario sobre información estadística de los atletas como sexo, años de entrenamiento, últimas lesiones, tipos de entrenamientos, etc. Nos servirá para obtener información sociodemográfica de los atletas que se sometan al estudio, conocer si cumplen los criterios de inclusión o exclusión y su nivel de entrenamiento (Sánchez, 2012).
- Cuestionario de valoración subjetiva de la rodilla IKDC (Anexo 2). Este cuestionario examina de forma subjetiva al sujeto en 3 categorías: síntomas, actividad deportiva y función de la rodilla y otorga una puntuación a cada respuesta con una puntuación final entre 0 y 100 (siendo 100 la ausencia de dolor, deterioro y la plena funcionalidad de la rodilla) (Grevnerts et al., 2015).

- Test de Ober: Es una prueba validada y aceptada para medir la longitud y tensión de la banda iliotibial. Se coloca al paciente en posición decúbito lateral y el examinador, que se posiciona posterior al paciente, mueve la extremidad afectada en flexión de rodilla, abducción y extensión de cadera realizando una aducción de la pierna mientras estabiliza la pelvis. La pierna que descansa sobre la camilla debe estar ligeramente flexionada. El test se considera positivo si se produce una inclinación de la pelvis compensando el movimiento o la pierna afectada se detiene indicando un acortamiento o tensión en la banda iliotibial del sujeto. Buscaremos saber si el test es positivo o negativo y medir los grados de aducción de la pierna con un goniómetro (Gajdosik et al., 2003).

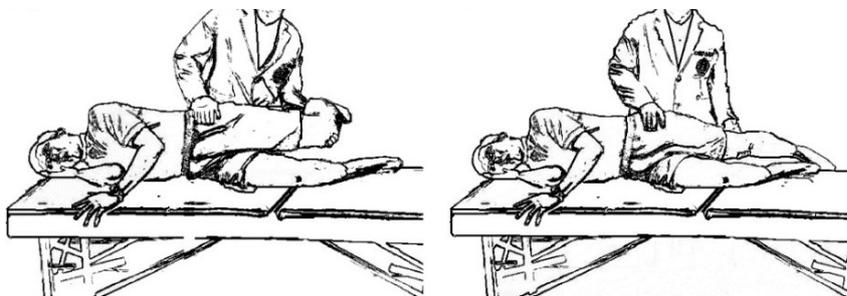


Figura 4. Test de Ober (Wang et al., 2006).

- Test de fuerza isométrica de los aductores de cadera: Este test nos ayudara a valorar uno de los principales factores de riesgo que es la debilidad de los músculos aductores de cadera. El paciente se colocará en decúbito supino y se valorará la fuerza de los músculos aductores de ambas piernas de forma unilateral utilizando un dinamómetro. Mediremos los Newtons de fuerza isométrica máxima con un dinamómetro manual (Alvarenga et al., 2019).



Figura 5. Test fuerza isométrica músculos aductores de cadera (Nielsen et al., 2022).

- Test salto CMJ: Este test consiste en realizar un salto en contra movimiento (CMJ) en una plataforma de salto para poder medir la fuerza, potencia y altura del salto. Utilizaremos este tipo de test para medir el control motor, la fuerza y potencia de las extremidades inferiores en el que intervienen principalmente los músculos cuádriceps, glúteos e isquiosurales ya que la debilidad en estos músculos son factores de riesgo importantes de la lesión de la banda iliotibial. Mediremos la altura de salto (m), la fuerza aplicada (N) y la potencia (W) con una plataforma de salto pre y post intervención (Ferragut et al., 2003).

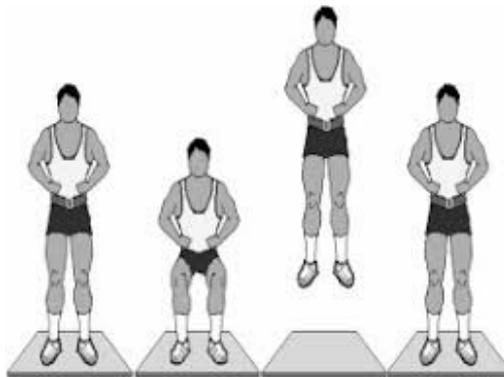


Figura 6. Salto CMJ (Delgado et al., 2011).

Tabla 2. Variables de resultado.

Test	Objetivo	Variable	Material/Tecnología
<b>Cuestionario Sociodemográfico en atletas.</b>	Datos sociodemográficos, epidemiológicos, personales y de entrenamiento.	Resultado cuestionario datos sociodemográficos.	Cuestionario a responder por los participantes
<b>Cuestionario de valoración subjetiva de la rodilla IKDC.</b>	Sintomatología, participación, actividad y función de la rodilla.	Resultado IKDC (0-100).	Cuestionario a responder por los participantes
<b>Test de Ober.</b>	Longitud y tensión de la banda iliotibial.	Grados de aducción.	Goniómetro.
<b>Test de fuerza isométrica máxima de los aductores de cadera.</b>	Debilidad músculos aductores.	Newtons de fuerza isométrica máxima	Dinamómetro manual.

<b>Test salto CMJ.</b>	Fuerza y potencia de las extremidades inferiores.	Altura de salto (cm), fuerza aplicada (N) y potencia (W)	Plataforma de Saltos Chronojump.
------------------------	---	--	----------------------------------

### **RECOGIDA DE DATOS.**

Se contará con la contratación de un doble graduado en fisioterapia y ciencias de la actividad física y del deporte para la recogida de datos; para las medidas del test de Ober y el test de fuerza isométrica de los músculos aductores de cadera que se realizarán en camilla mientras que el test de salto CMJ se realizara en laboratorio por este mismo responsable. Este responsable será ajeno a la investigación y desconocerá quien son los sujetos sometidos a la intervención o quien pertenece a grupo control.

Los cuestionarios serán enviados a los atletas y participantes pre y post intervención y se les hará responder en un plazo de 5 días cuando sean enviados.

Los instrumentos de medida serán los indicados en cada test (goniómetro, dinamómetro manual y una plataforma de salto) y serán recopilados en una tabla de cada sujeto donde se mostrará su información demográfica (la más destacable para los resultados), su resultado en el test IKDC y sus resultados en los test de campos (Anexo 3).

### **DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.**

La propuesta de intervención ira centrada en los factores de riesgo observados para esta lesión. Como indica un estudio de Friede et al. (2022), los ejercicios para prevenir la debilidad de los músculos aductores deben ir centrados en el control neuromuscular y la fuerza resistencia en lugar de la fuerza máxima. Los estiramientos de la banda iliotibial deben realizarse, al menos, durante 3 minutos especialmente después de medidas de fortalecimiento de los músculos de cadera y muslo.

La propuesta de intervención ira basada en un programa de 3 meses en el que los atletas añadirán una rutina de ejercicios de 15 minutos a realizar dos días a la semana al inicio de los entrenamientos (posterior a su calentamiento, pero anterior a la parte principal del entrenamiento). Esta propuesta nos asegurará que se realiza un calentamiento adecuado, que se trabaja el fortalecimiento de los músculos implicados y que se mejora el rango de movimiento de la articulación.

Con la propuesta, pretendemos analizar si añadiendo una rutina de 15 minutos, dos días a la semana durante tres meses con ejercicios simples y que se pueden realizar de forma individual, en cualquier sitio y con muy poco material se consiguen mejoras significativas en la prevención del síndrome de la banda iliotibial.

La propuesta contara con tres fases diferenciadas.

- La primera fase irá enfocada a un Tabata de 4 ejercicios que nos asegurará activar adecuadamente la zona implicada y trabajar de una forma funcional la musculatura y la movilidad. El Tabata nos ayudará no solo a marcar los tiempos de trabajo, sino que será útil para aumentar el rendimiento y mejorar el VO<sub>2</sub>máx (Tabata, 2019) .
- La segunda fase ira centrada en trabajar el fortalecimiento de los aductores de cadera y de los músculos cuádriceps, glúteos e isquiosurales.
- La tercera fase se basará en el trabajo de flexibilidad, movilidad y la mejora del rango de movimiento de la banda iliotibial.

Los ejercicios se realizarán posterior al calentamiento general del entrenamiento y anterior a la parte principal y serán los siguientes:

#### **FASE 1:**

- Jumping Jack: Como indica el estudio de Sano et al. (1987), este es un ejercicio de resistencia general y nos ayudara a aumentar la frecuencia cardiaca y trabajar la movilidad de las articulaciones. El ejercicio consiste en a saltar a una posición con las piernas separadas y las manos tocando por encima de la cabeza, a veces en un aplauso, y luego regresar a una posición con los pies juntos y los brazos a los lados (Baharuddin et al., 2017). La frecuencia adecuada debe ser de 60 veces por minuto o lo que es igual a 1 salto por segundo. El ejercicio se realizará en formato Tabata, realizando dos series de 20 segundos de trabajo y 10 de descanso.



Figura 7: Ejercicio *Jumping Jack*.

- Skipping alto en el sitio: Este es un ejercicio que consiste en elevar las rodillas por encima de la cadera mientras se coordina con el movimiento de los brazos como si se estuviera corriendo en el sitio. Este ejercicio sirve para mejorar la técnica de carrera, activar el cuerpo y trabajar la musculatura de la rodilla implicada en la carrera (Brown, 2007). El ejercicio se realizará en formato Tabata, realizando dos series de 20 segundos de trabajo y 10 de descanso.



Figura 8: Ejercicio *Skipping* alto.

- Mountain Climbers: También conocido como escalador, consiste en realizar una flexión de cadera llevando la rodilla al pecho en una posición de plancha con los brazos extendidos. Este ejercicio nos ayudara a realizar una flexión y extensión de rodilla y cadera reduciendo el impacto y trabajar la activación muscular de las extremidades inferiores. El ejercicio se realizará en formato Tabata, realizando dos series de 20 segundos de trabajo y 10 de descanso (Machado et al., 2018).



Figura 9: Ejercicio *Mountain Climbers*.

- Lunge: Este ejercicio consiste en realizar una zancada frontal hasta quedar la rodilla a 90 grados de flexión y que la rodilla de la extremidad posterior casi toque el suelo para posteriormente restablecer a la posición inicial. Este ejercicio nos servirá para activar los músculos de la extremidad inferior (músculos activados principalmente: cuádriceps, glúteo e isquiosurales, en orden de mayor a menor activación) (Muyor et al., 2020). El

ejercicio se realizará en formato Tabata, realizando dos series de 20 segundos de trabajo y 10 de descanso.



Figura 10: Ejercicio *Lunge*.

### **FASE 2:**

- *Copenhagen Adduction*: Es un ejercicio fundamental para el trabajo de los aductores de cadera, especialmente en la fase excéntrica (Schaber et al., 2021). El ejercicio consiste en realizar una plancha lateral, pero con la pierna superior apoyada sobre un banco, silla o sujetado/a por un compañero/a. Se debe realizar una aducción lenta con la pierna inferior mientras se estabiliza la posición para posteriormente volver a realizar una abducción lenta (trabajando la fase excéntrica) para volver a la posición inicial. Este es un ejercicio recomendado para el trabajo de fuerza de los músculos aductores de cadera y, se realizarán 2 series de 10 aducciones con cada pierna (Alonso-Fernández et al., 2022).



Figura 11: Ejercicio *Copenhagen Adduction*.

- *Sentadilla búlgara*: Como indican Mackey y Riemann (2021), es un ejercicio unilateral de fuerza de las extremidades inferiores, principalmente del cuádriceps, pero que también se ven implicados los isquiosurales y glúteos en gran medida. El ejercicio consiste en realizar una sentadilla de forma unilateral mientras la otra pierna está apoyada

posteriormente sobre un banco o silla. Nos ayudara a aumentar la fuerza y el control muscular. Se realizarán 2 series de 10 sentadillas con cada pierna.



Figura 12: Ejercicio Sentadilla búlgara.

- Plancha lateral con abducción de cadera: Este ejercicio consiste en realizar un puente lateral con el codo y el pie apoyados y levantar la pierna superior hasta alcanzar una posición horizontal, como indica el estudio de Khosrokiani et al. (2022). Este ejercicio tiene una gran activación del músculo Tensor de la Fascia Lata y del Core. Nos ayudará a trabajar la musculatura de uno de los músculos más implicados en la lesión del síndrome de la banda iliotibial y que la gente no acostumbra a trabajar. Se realizarán 2 series de 10 abducciones con cada pierna.



Figura 13: Ejercicio de plancha lateral con abducción de cadera.

- Puente de glúteo unilateral: El puente de glúteo a una pierna es un ejercicio altamente eficaz para fortalecer los músculos de la zona posterior de la pierna (glúteo mayor, medio e isquiosurales)(Gasibat et al., 2023). El ejercicio consiste en colocarse en decúbito supino con los pies apoyados en el suelo y las piernas flexionadas, levantar las caderas y una pierna hasta una posición horizontal, hacer una pausa y volver a la posición inicial. Este ejercicio nos ayudara a trabajar la musculatura de la parte posterior de la pierna (muy implicada en la carrera) y se trabajaran 2 series de 10 repeticiones por pierna.



Figura 14: Ejercicio Puente de glúteo unilateral.

**FASE 3:**

- Estiramiento Abductores de cadera: Como indica el estudio de McKay et al. (2020), este ejercicio trabaja la movilidad de los aductores de cadera e incide en el aumento del rango del movimiento de la banda iliotibial. El paciente se coloca sentado con las piernas estiradas y cruza una pierna flexionada por encima de la otra pierna que sigue estirada, realiza una ligera fuerza de la rodilla hacia su pecho a la vez que rota el tronco en dirección a la pierna flexionada. Este ejercicio se trabajará en dos series de 30 segundos por pierna y nos ayuda a mejorar la movilidad y la flexibilidad de los aductores y la banda iliotibial.



Figura 15: Ejercicio Estiramiento Abductores de cadera.

- Estiramiento de la banda iliotibial: Este es un ejercicio muy común para aumentar el rango de movimiento focalizado en la banda iliotibial (Opara y Kozinc, 2023). El ejercicio consiste en realizar una flexión lateral de tronco con las piernas cruzadas y realizar un movimiento diagonal y descendente del tronco. Se realizarán dos series de 30 segundos por lado y nos ayudara a mejorar el rango de movimiento de la banda ilitibial.



Figura 16: Ejercicio Estiramiento de la banda iliotibial.

**Tabla 3.** Propuesta de intervención.

Fase	Ejercicio	Repeticiones
Fase 1: Tabata de activación muscular (4 minutos)	Jumping Jack	2 series de 20 segundos de trabajo y 10 segundos de descanso por ejercicio.
	Skipping alto en el sitio	
	Mountain Climbers	
	Lunge	
Fase 2: Fortalecimiento (7 minutos)	Copenhagen Adduction	2 series de 10 repeticiones por pierna y por ejercicio.
	Sentadilla búlgara	
	Plancha lateral con abducción de cadera	
	Puente de glúteo unilateral	
Fase 3: Flexibilidad Banda iliotibial (4 minutos)	Estiramiento Abductores de cadera	2 series de 30 segundos de trabajo por pierna.
	Estiramiento de la banda iliotibial	

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Finalizada la recogida de datos pre y post intervención estos serán agrupados para su posterior análisis. Se creará una base de datos con los resultados y estos serán mostrados con una estadística descriptiva sencilla de cada variable y de cada participante a través del resultado máximo, la media aritmética y la desviación estándar (DS). La recogida de los datos cuantitativos (fuerza, altura, potencia o grados) será contrastada con el test Shapiro-Wilk para contrastar la normalidad y los datos cualitativos (información del participante o datos sociodemográficos) nos permitirá caracterizar la muestra (Wei, 2022).

Dado que las variables se registran en dos momentos diferenciados (pre y post intervención), la prueba estadística utilizada para comparar y determinar si existe alguna diferencia significativa entre las diferentes mediciones será la T de student (Tovar-Falón et al., 2021).

Para realizar el análisis estadístico se utilizará el programa *Jamovi* (<https://www.jamovi.org/>) en su versión más actualizada ya que nos permite realizar análisis estadísticos complejos y la significancia estadística de las variables se situará en  $p < 0,05$  (Şhain y Aybek, 2020).

### **CONSIDERACIONES ÉTICAS.**

A lo largo de la intervención se tendrán en cuenta las consideraciones éticas para garantizar la seguridad de los participantes y respetar las leyes y los códigos deontológicos correspondientes.

A las personas que participen en el estudio se les dará un documento de información al participante (Anexo 4) y un consentimiento informado (Anexo 5). El programa de intervención del presente estudio, así como los documentos de información al participante y el consentimiento informado, serán enviados para su aprobación al Comité de Ética de la Escuela Superior de Ciencias de la Salud del TecnoCampus, con el fin de garantizar el cumplimiento de los aspectos éticos de la investigación.

Todos los atletas que participen en el estudio serán informados por el investigador principal, de manera oral y escrita, mediante la hoja de información al participante, el cual estará disponible en castellano y catalán. En caso de que acepten participar en el presente estudio, se procederá a la firma del consentimiento informado, el cual también estará disponible en castellano y catalán. Si algún participante pertenece a una entidad o club también deberá ser informado de la misma forma.

Durante el desarrollo del presente estudio se respetará en todo momento el Código Deontológico de la Profesión de Educación Física y Deportiva, así como los principios de ética de la declaración de Helsinki (WMA, 2013), permitiendo que en cualquier momento los participantes puedan abandonar voluntariamente el estudio de manera libre, sin que eso suponga ningún perjuicio o cambio en el trato habitual recibido.

Los datos recogidos en este estudio se tratarán de forma confidencial de acuerdo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales y el Reglamento General (UE) 2016/679, del 27 de abril de 2016, de Protección de Datos (RGPD).

## CRONOGRAMA.

Para realizar el proyecto, seguiremos el siguiente cronograma propuesto teniendo en cuenta que empezáramos durante el curso 2024-2025.

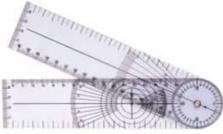
**Tabla 4.** Cronograma del proyecto.

	2024					2025																													
	Noviembre				Diciembre	Enero				Febrero				Marzo					Abril				Mayo				Junio								
ETAPAS DE LA INTERVENCIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Revisión Bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■																										
Definición y redacción del marco teórico			■	■	■	■	■	■	■																										
Preparación del equipo									■																										
Reclutamiento de voluntarios										■	■	■	■																						
Recogida de datos														■																■					
Intervención																		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Análisis de datos																																			
Redacción de la intervención																														■	■	■	■	■	
Inicio de la difusión																																		■	

## PRESUPUESTO.

Para realizar el proyecto presentamos el siguiente presupuesto para la compra de materiales.

**Tabla 5.** Presupuesto del material del proyecto.

Material		Unidad	Precio unidad	Precio total
Dinamómetro Manual <i>Activforce 2 Digital</i>		1	450,00 €	450,00 €
Goniómetro		1	3,37€	3,37€
Plataforma de salto Chronojump		1	213,66€	213,66€
<b>TOTAL</b>			<b>667,03€</b>	

El presupuesto de material necesario para realizar la intervención se basa en los materiales necesarios para la valoración y evaluación de las variables de resultado, es de 667,03 euros y este material es necesario para poder realizar la valoración de las diferentes variables de estudio.

Aparte del presupuesto de material, como se ha comentado anteriormente, para poder realizar la intervención se contratará a un profesional doble graduado en fisioterapia y ciencias de la actividad física y del deporte para la recogida de datos tanto en camilla como en laboratorio, para ello contaremos con Carlos Vega, trabajador de Global Performance y doble titulado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y Fisioterapia en la Universidad TecnoCampus de Mataró (UPF). El precio de su contratación es de 60 euros la hora.

Las páginas web de donde se ha obtenido del presupuesto se muestran en el Anexo 6.

## **LIMITACIONES Y PROSPECTIVA.**

El proyecto puede presentar ciertas limitaciones. La limitación principal en cuanto a la propuesta de intervención es la falta de individualización; al final se propone una intervención genérica para todos los participantes sin tener en cuenta la edad, el sexo, el estado de forma, su trabajo previo o sus posibles adaptaciones necesarias ya sea aumentando o disminuyendo la dificultad de los ejercicios propuestos, cosa que hará que el progreso y la mejora en ciertos parámetros está limitada por la falta de esta individualización. Por ello, los ejercicios podrán ser adaptados por el entrenador (comentando y avisando al responsable del estudio) aumentando o disminuyendo la dificultad con gomas o pesos.

Otra posible limitación en la valoración de los sujetos es la falta de control o la propia percepción en los cuestionarios ya que son los propios atletas quien los contestan, la falta de individualización en el test de Ober ya que aquí influyen muchos aspectos como sexo o morfología, la falta de entrenamiento en el test de fuerza de aductores ya que es un movimiento que no se suele entrenar de forma isométrica y la falta de control motor o entrenamiento previo en el salto CMJ ya que en personas no entrenadas en trabajo pliométrico los datos pueden ser muy variables en fases iniciales. Por ello el responsable de la valoración explicará todas las medidas de valoración de forma detallada, clara, entendedora y prestando ayuda cuando se le solicite. También se puede plantear unas sesiones de familiarización de los tests iniciales para que no exista esta limitación.

Las futuras líneas de investigación van a mejorar el nivel de los estudios y datos sobre la lesión iliotibial dando mayor herramientas y formación a los entrenadores para prevenir la lesión de forma integrada en sus entrenamientos de una manera mucho más individualizada y óptima para cada atleta, aprovechando las herramientas de las que se dispone como mejor material para proporcionar nuevos ejercicios, máquinas de musculación más focalizadas, dispositivos *wearables* para monitorizar la carga o formas de trabajo mucho más óptimas para el atleta. En resumen, el enfoque debe ir a el aumento de las investigaciones, la mejora de datos y calidad de los estudios y la profundización en el síndrome de la banda iliotibial a nivel bibliográfico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J. M., Edouard, P., Fischetto, G., Adams, B., Depiesse, F., & Mountjoy, M. (2012). Determination of future prevention strategies in elite track and field: Analysis of Daegu 2011 IAAF Championships injuries and illnesses surveillance. *British Journal of Sports Medicine*, 46(7), 505–514.
- Alonso-Fernández, D., Fernández-Rodríguez, R., Taboada-Iglesias, Y., & Gutiérrez-Sánchez, Á. (2022). Effects of Copenhagen Adduction Exercise on Muscle Architecture and Adductor Flexibility. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11), 6563.
- Alvarenga, G., Kiyomoto, H. D., Martinez, E. C., Polesello, G., & Alves, V. L. dos S. (2019). Normative isometric hip muscle force values assessed by a manual dynamometer. *Acta Ortopédica Brasileira*, 27(2), 124–128.
- Baharuddin, M. Y., Shanmugam, M., & Hoo, B. C. (2017). Biomechanics analysis on muscle activation during jumping jack exercise. *Jurnal Sains Sukan & Pendidikan Jasmani*, 6(2), 28–35.
- Brown, L. E. (2007). *Entrenamiento de velocidad, agilidad y rapidez*. (Paidotribo).
- Céspedes, D., Saraví, W., & Ricardo, J. (2023). *El atletismo: un análisis desde la perspectiva de la praxiología motriz*.
- Delgado, P., Osorio, A., Mancilla, R., & Jerez, D. (2011). Análisis del desarrollo de la fuerza reactiva y saltabilidad, en basquetbolistas que realizan un programa de entrenamiento polimétrico. *Revista Nº10 Motricidad y Persona*.
- Edouard, P., Navarro, L., Branco, P., Gremeaux, V., Timpka, T., & Junge, A. (2020). Injury frequency and characteristics (location, type, cause and severity) differed significantly among athletics ('track and field') disciplines during 14 international championships (2007-2018): Implications for medical service planning. *British Journal of Sports Medicine*, 54(3), 159–167.
- Elz, A., & Villamandos, L. E. (2023). *Identificación de factores de riesgo relacionados al síndrome de la banda iliotibial en un grupo de corredores amateurs de la ciudad de Santa Fe*. Universidad del Gran Rosario.
- Ferragut, C., Cortadellas, J., Arteaga, R., & Calbert, J. (2003). *Predicción de la altura de salto vertical. importancia del impulso mecánico y de la masa muscular de las extremidades inferiores*.

- Friede, M. C., Innerhofer, G., Fink, C., Alegre, L. M., & Csapo, R. (2022). Conservative treatment of iliotibial band syndrome in runners: Are we targeting the right goals? *Physical Therapy in Sport*, 54, 44–52.
- García Soidán, J. L., & Arufe Giráldez, V. (2003). *Análisis de las lesiones más frecuentes en pruebas de velocidad, medio fondo y fondo analysis of the most frequent injuries in tests of speed, half and long distances*. 3.
- Gasibat, Q., Alexe, C. I., Raveica, G., Tohănean, D. I., Vasilios, K., & Alexe, D. I. (2023). Decoding Hip Muscle Activation: A Comparative Electromyographic Analysis of Turn-Out Bent Knee Pulse and Single-Leg Banded Glute Bridge Exercises in Healthy Female Subjects. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 13(9), 1612–1623.
- Grevnerts, H. T., Terwee, C. B., & Kvist, J. (2015). The measurement properties of the IKDC-subjective knee form. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(12), 3698–3706.
- Hutchinson, L. A., Lichtwark, G. A., Willy, R. W., & Kelly, L. A. (2022). The Iliotibial Band: A Complex Structure with Versatile Functions. In *Sports Medicine* (Vol. 52, Issue 5, pp. 995–1008). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.
- Khosrokiani, Z., Letafatkar, A., Sheikhi, B., Thomas, A. C., Aghaie-ataabadi, P., & Hedayati, M.-T. (2022). Hip and Core Muscle Activation During High-Load Core Stabilization Exercises. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 14(3), 415–423.
- L Gajdosik, R., M Sandler, M., & L Marr, H. (2003). Influence of knee positions and gender on the Ober test for length of the iliotibial band. *Clinical Biomechanics*, 18(1), 77–79.
- Machado, A. F., Evangelista, A. L., Miranda, J. M. de Q., Teixeira, C. V. L. S., Leite, G. dos S., Rica, R. L., Figueira Junior, A., Baker, J. S., & Bocalini, D. S. (2018). Sweat rate measurements after high intensity interval training using body weight. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 24(3), 197–201.
- Mackey, E. R., & Riemann, B. L. (2021). Biomechanical Differences Between the Bulgarian Split-Squat and Back Squat. *International Journal of Exercise Science*, 14(1), 533–543.
- Martín Urrialde, J. A., & González de la Rubia, A. (2001). El síndrome iliotibial o rodilla del corredor. Revisión de casos. In *Fisioterapia* (Vol. 23, Issue 3).
- McKay, J., Maffulli, N., Aicale, R., & Taunton, J. (2020). Iliotibial band syndrome rehabilitation in female runners: A pilot randomized study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 15(1).

- Melin, A. K., Heikura, I. A., Tenforde, A., & Mountjoy, M. (2019). Energy availability in athletics: Health, performance, and physique. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 152–164.
- Mendiola Anda, C., Diaz Cisneros, F. J., & Rivera Cisneros, A. E. (1986). *Reporte de lesiones encontradas en corredores de medio y gran fondo*.
- Muyor, J. M., Martín-Fuentes, I., Rodríguez-Ridao, D., & Antequera-Vique, J. A. (2020). Electromyographic activity in the gluteus medius, gluteus maximus, biceps femoris, vastus lateralis, vastus medialis and rectus femoris during the Monopodal Squat, Forward Lunge and Lateral Step-Up exercises. *PLOS ONE*, 15(4).
- Nicola, T. L., & Jewison, D. J. (2012). The Anatomy and Biomechanics of Running. In *Clinics in Sports Medicine* (Vol. 31, Issue 2, pp. 187–201).
- Nielsen, M. F., Thorborg, K., Krommes, K., Thornton, K. B., Hölmich, P., Peñalver, J. J. J., & Ishøi, L. (2022). Hip adduction strength and provoked groin pain: A comparison of long-lever squeeze testing using the ForceFrame and the Copenhagen 5-Second-Squeeze test. *Physical Therapy in Sport*, 55, 28–36.
- Opara, M., & Kozinc, Ž. (2023). Stretching and Releasing of Iliotibial Band Complex in Patients with Iliotibial Band Syndrome: A Narrative Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 8(2), 74.
- Pasos Novelo, F. J. (2017). *Síndrome de la banda iliotibial* (Vol. 13). <http://www.medigraphic.com/orthotips>
- Rius Sant, J. (2005). *Metodología y técnicas de atletismo* (9788480198295th ed.).
- Ruiz-Juan, F., Zarauz Sancho, A., & Flores-Allende, G. (2016). *Dependencia al entrenamiento y competición en corredores de fondo en ruta*.
- Sánchez, J. S. (2012). *Caracterización funcional y psicosocial de los atletas de fondo veteranos y su relación con salud y la calidad de vida*.
- Sano, Y., Watanabe, T., Ikuta, K., & Osanai, H. (1987). Characteristics and an effect of jumping jacks as an endurance exercise. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 36(1), 1–9.

- Schaber, M., Guiser, Z., Brauer, L., Jackson, R., Banyasz, J., Miletti, R., & Hassen-Miller, A. (2021). The Neuromuscular Effects of the Copenhagen Adductor Exercise: A Systematic Review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(5).
- Şhain, M., & Aybek, E. (2020). Jamovi: An Easy to Use Statistical Software for the Social Scientists. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 6(4), 670–692.
- Strauss, E. J., Kim, S., Calcei, J. G., & Park, D. (2011). Iliotibial Band Syndrome: Evaluation and Management. *American Academy of Orthopaedic Surgeon*, 19(12), 728–736.
- Tabata, I. (2019). Tabata training: one of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. *The Journal of Physiological Sciences*, 69(4), 559–572.
- Tovar-Falón, R., Bolfarine, H., & Martinez-Florez, G. (2021). The Asymmetric Power-Student-t Model for Censored and Truncated Data. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 93(4).
- Valenzuela, A. V., & Gómez-Mármol, A. (2016). *Los deportes individuales. sus características y taxonomía*. <http://emasf.webcindario.com38>
- Van Der Worp, M. P., Van Der Horst, N., De Wijer, A., Backx, F. J. G., & Nijhuis-Van Der Sanden, M. W. G. (2012). *Iliotibial Band Syndrome in Runners A Systematic Review*.
- Van Gent, R. N., Siem, D., Van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koes, B. W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: A systematic review. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 41, Issue 8, pp. 469–480).
- van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2021). Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1), 14–28.
- Vílchez Conesa, M. P. (2010). Incidencia de las lesiones deportivas en el corredor popular. *Universidad Católica San Antonio de Murcia*, 5, 32.
- Wang, T.-G., Jan, M.-H., Lin, K.-H., & Wang, H.-K. (2006). Assessment of Stretching of the Iliotibial Tract With Ober and Modified Ober Tests: An Ultrasonographic Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(10), 1407–1411.
- Wei, J. (2022). The adoption of repeated measurement of variance analysis and Shapiro—Wilk test. *Frontiers of Medicine*, 16(4), 659–660.

## ANEXOS

### Anexo 1: Cuestionario Sociodemográfico en atletas

<b>Edad:</b>	<b>Sexo:</b> Masculino <input type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>			
<b>Peso:</b>	<b>Talla:</b>				
<b>Nivel Escolaridad:</b> Sin estudios <input type="checkbox"/> Estudios primarios <input type="checkbox"/> Estudios secundarios <input type="checkbox"/> Universitarios <input type="checkbox"/>					
<b>Ocupación:</b> Trabaja <input type="checkbox"/> No Trabaja <input type="checkbox"/>					
<b>Estado civil:</b> Soltero <input type="checkbox"/> Casado o en pareja <input type="checkbox"/> Viudo <input type="checkbox"/> Separado <input type="checkbox"/>					
<b>Años entrenamiento:</b> 1 a 3 <input type="checkbox"/> 4 a 12 <input type="checkbox"/> Más de 12 <input type="checkbox"/>					
<b>Tiene entrenador personal:</b> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
<b>Indica qué lesiones has padecido en los últimos tres años:</b>					
<b>Señala en número las lesiones padecidas los últimos tres años según su gravedad:</b>					
<b>Leves (sin tratamiento, no interrumpe entrenamiento):</b>					
<b>Moderada (requiere tratamiento y la interrupción de algún día los entrenos):</b>					
<b>Grave (supone dos o más meses de interrupción del entreno, tratamiento e incluso cirugía):</b>					
<b>Señala que molestias, dolores o incapacidades sueles padecer habitualmente:</b>					
<b>Federado:</b> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
<b>Número de competiciones anuales:</b>					
<b>Duración Sesiones:</b> 30 a 40 min. <input type="checkbox"/> 41-60 min. <input type="checkbox"/> >60 min. <input type="checkbox"/>					
<b>Número de sesiones semanales de entrenamiento:</b>					
<b>Número de sesiones de entrenamientos semanales:</b> suaves <input type="checkbox"/> medios <input type="checkbox"/> duros <input type="checkbox"/> muy duros <input type="checkbox"/>					
<b>Kilómetros que realizas semanalmente:</b>					
<b>Precio aproximado de las zapatillas de deporte que usas:</b>					
<b>Modelo de la zapatilla que usas:</b>					
<b>Tipo de zapatilla:</b> ligera <input type="checkbox"/> pesada <input type="checkbox"/> antipronadora <input type="checkbox"/> neutra <input type="checkbox"/> antipronadora <input type="checkbox"/>					
<b>Duración media de las zapatillas (en meses):</b>					
<b>Porcentaje de tiempo de entrenamiento semanal en diferentes superficies (0 al 100%):</b>					
<b>Asfalto:</b>	<b>tierra:</b>	<b>hierba:</b>			
<b>Realizas estiramientos diariamente:</b> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
<b>Indica tus mejores marcas:</b>					
<b>1.500:</b>	<b>10.000:</b>	<b>1/2maraton:</b>	<b>marathón:</b>	<b>3.000:</b>	<b>5.000:</b>

# IKDC SUBJECTIVE KNEE EVALUATION FORM

Patient Name: \_\_\_\_\_ Date of the Injury: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## SYMPTOMS

Grade symptoms at the highest activity level at which you think you could function without significant symptoms, even if you are not actually performing activities at this level.

### 1 - WHAT IS THE HIGHEST LEVEL OF ACTIVITY THAT YOU CAN PERFORM WITHOUT SIGNIFICANT KNEE PAIN?

- Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer (4)
- Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis (3)
- Moderate activities like moderate physical work, running or jogging (2)
- Light activities like walking, housework or yard work (1)
- Unable to perform any of the above activities due to knee pain (0)

### 2 - DURING THE PAST 4 WEEKS, OR SINCE YOUR INJURY, HOW OFTEN HAVE YOU HAD PAIN?

never  10  9  8  7  6  5  4  3  2  1  0 constant

### 3 - IF YOU HAVE PAIN, HOW SEVERE IS IT?

no pain  10  9  8  7  6  5  4  3  2  1  0 worst pain imaginable

### 4 - DURING THE PAST 4 WEEKS, OR SINCE YOUR INJURY, HOW STIFF OR SWOLLEN WAS YOUR KNEE?

- Not at all (4)
- Mildly (3)
- Moderately (2)
- Very (1)
- Extremely (0)

### 5 - WHAT IS THE HIGHEST LEVEL OF ACTIVITY YOU CAN PERFORM WITHOUT SIGNIFICANT SWELLING IN YOUR KNEE?

- Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer (4)
- Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis (3)
- Moderate activities like moderate physical work, running or jogging (2)
- Light activities like walking, housework, or yard work (1)
- Unable to perform any of the above activities due to knee swelling (0)

### 6 - DURING THE PAST 4 WEEKS, OR SINCE YOUR INJURY, DID YOUR KNEE LOCK OR CATCH?

yes (0)  No (1)



**Anexo 3: Tabla recogida de datos**

<b>Tabla recogida de datos PRE / POST intervención</b>	<b>Participante nº ____</b>
<i>Edad:</i>	_____ años
<i>Sexo:</i>	Masculino / Femenino
<i>Peso:</i>	_____ kg
<i>Altura:</i>	_____ cm
<i>Años de entrenamiento:</i>	1-3 / 4-12 / +12
<i>Nº sesiones semanales de entrenamiento</i>	_____ sesiones
<i>Kilómetros semanales</i>	_____ km
<i>Resultado Test IKDC</i>	
<i>Test de Ober</i>	Positivo / Negativo
<i>Grados aducción pierna (en test de Ober)</i>	Pierna izquierda: _____ ° Pierna derecha: _____ °
<i>Test fuerza isométrica aductores</i>	Pierna izquierda: _____ N Pierna derecha: _____ N
<i>Altura salto test CMJ</i>	_____ cm
<i>Fuerza salto test CMJ</i>	_____ N
<i>Potencia salto test CMJ</i>	_____ W

#### **Anexo 4: Hoja de información a los participantes.**

El estudiante Ivan Valdanzo Ruano del grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, dirigido/a por Roger Font Ribas, está llevando a cabo el proyecto de investigación Intervención para prevenir la lesión del síndrome de la banda iliotibial en los atletas de fondo en atletismo.

El proyecto tiene como objetivo la elaboración y evaluación de una intervención para prevenir el síndrome de la banda ilitibial en corredores de fondo. En primer lugar, se realizarán diferentes tests de valoración inicial y, en segundo lugar, se realizará la intervención para posteriormente volver a realizar los tests y analizar los resultados. En el proyecto participan los siguientes centros de investigación: Universidad Tecno Campus de Mataró. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para valorar los efectos del siguiente programa de intervención en la prevención del síndrome de la lesión de la banda ilitibial, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión: atletas de fondo con licencia federativa superior a un año, edad entre 18 y 50 años., más de 3 horas entrenamiento semanales y ausencia de lesión o dolor.

Esta colaboración implica participar en:

- 1- Valoración inicial mediante cuestionario sociodemográfico, cuestionario de valoración subjetiva de la rodilla IKDC, Test de Ober, Test de fuerza isométrica máxima de los aductores de cadera y Test salto CMJ.
- 2- Propuesta de intervención de 3 meses con una rutina de ejercicios de 15 minutos a realizar dos días a la semana al inicio de los entrenamientos con: Fase 1: Tabata de activación muscular de 4 minutos, Fase 2: Fortalecimiento de 7 minutos y Fase 3: Flexibilidad Banda iliotibial de 4 minutos.
- 3- Valoración final mediante cuestionario sociodemográfico, cuestionario de valoración subjetiva de la rodilla IKDC, Test de Ober, Test de fuerza isométrica máxima de los aductores de cadera y Test salto CMJ.

Se asignará a todos los participantes un código, por lo que es imposible identificar al participante con las respuestas dadas, garantizando totalmente la confidencialidad. Los datos que se obtengan de su participación no se utilizarán con ningún otro fin distinto del explicitado en esta investigación y pasarán a formar parte de un fichero de datos, del que será máximo responsable el investigador principal. Dichos datos quedarían protegidos mediante una hoja de documentos donde quedarán registrados los resultados obtenidos, y únicamente el investigador principal podrá tener acceso.

El fichero de datos del estudio estará bajo la responsabilidad del investigador principal, ante el cual podrá ejercer en todo momento los derechos que establece la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Todos los participantes tienen derecho a retirarse en cualquier momento de una parte o de la totalidad del estudio, sin expresión de causa o motivo y sin consecuencias. También tienen derecho a que se les clarifiquen sus posibles dudas antes de aceptar participar y a conocer los resultados de sus pruebas.

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle. Puede contactar con nosotros a través del correo electrónico: [ivaldanzo@edu.tecnocampus.cat](mailto:ivaldanzo@edu.tecnocampus.cat).

### **Anexo 5: Consentimiento Informado.**

Yo, \_\_\_\_\_, mayor de edad, con DNI \_\_\_\_\_, actuando en nombre e interés propio,

#### *DECLARO QUE:*

He recibido información sobre el proyecto Intervención para prevenir la lesión del síndrome de la banda iliotibial en los atletas de fondo en atletismo, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a este consentimiento y para el que se solicita mi participación. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Mi colaboración en el proyecto es totalmente voluntaria y tengo derecho a retirarme del mismo en cualquier momento, revocando el presente consentimiento, sin que esta retirada pueda influir negativamente en mi persona en sentido alguno. En caso de retirada, tengo derecho a que mis datos sean cancelados del fichero del estudio.

Así mismo, renuncio a cualquier beneficio económico, académico o de cualquier otra naturaleza que pudiera derivarse del proyecto o de sus resultados.

Por todo ello,

#### *DOY MI CONSENTIMIENTO A:*

1. Participar en el proyecto Intervención para prevenir la lesión del síndrome de la banda iliotibial en los atletas de fondo en atletismo.
2. Que Ivan Valdanzo Ruano y su director Roger Font Ribas puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).
3. Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre mi persona en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a

falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir las funciones del proyecto para las que los datos fueron recabados.

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

[FIRMA PARTICIPANTE]

[FIRMA DEL ESTUDIANTE]

[FIRMA DEL DIRECTOR]

**Anexo 6: Páginas web del presupuesto.**

<b>Presupuesto</b>	<b>Página web</b>
Dinamómetro Manual <i>Activforce 2 Digital</i>	<a href="https://www.herycor.com/articulos/Diagn%C3%B3stico-y-Evaluaci%C3%B3n/Dinam%C3%B3metro-Activforce-2-Digital/">https://www.herycor.com/articulos/Diagn%C3%B3stico-y-Evaluaci%C3%B3n/Dinam%C3%B3metro-Activforce-2-Digital/</a>
Goniómetro	<a href="https://materialdefisioterapiaonline.es/producto/goniometro/">https://materialdefisioterapiaonline.es/producto/goniometro/</a>
Plataforma de salto Chronojump	<a href="https://chronojump.org/product/contact-platform-kit-composite/">https://chronojump.org/product/contact-platform-kit-composite/</a>
Profesional Doble graduado en Fisioterapia y Ciencias de la actividad Física y del Deporte	<a href="https://www.globalpsports.com/">https://www.globalpsports.com/</a> <a href="https://www.instagram.com/carlosvega.rehab/">https://www.instagram.com/carlosvega.rehab/</a>